(Aus der Augenabteilung der kant. Krankenanstalt Aarau
[Oberarzt: Dr. *A. Vogt*].)

Weitere Untersuchungen

über die Linsenchagrinierung, sowie über Häufigkeit und anatomisches Verhalten der Chagrinkugeln und ihre Beziehungen zur Katarakt.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Basel

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

vorgelegt von

Josef Schürmann,
Arzt, von Sempach,
Assistent an der kant. Krankenanstalt Aarau.

BERLIN 1917
VERLAG VON S. KARGER
KARLSTRASSE 15.

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Professor *Mellinger*.

Zeitschrift für Augenheilkunde. Bd. 22. S. 11.

WARREN & LEFSON G.M.B.H.
BERLIN SW.

Inhaltsverzeichnis.

I. Allgemeines über die Linsenchagrinierung 5
II. Klinische Eigenschaften der Chagrinkugeln 9
III. Untersuchungsmethode 12
IV. Resultate unserer Untersuchungen 13
1. Absolute Häufigkeit der Chagrinkugeln 13
2. Das Vorkommen der Chagrinkugeln in den verschiedenen Lebensaltern 14
3. Beziehungen der Chagrinkugeln zur Katarakt 14
4. Das anatomische Substrat der Chagrinkugeln 15
5. Zusammenhang der Chagrinkugeln mit anderen Krankheiten (außer Katarakt) 18
6. Subjektive Störungen 18
7. Verlauf 18
V. Zusammenfassung 19
Literatur-Verzeichnis 20

I. Allgemeines über die Linsenchagrinierung.

Heß beschreibt als erster den menschlichen Linsenchagrin und zwar als „eine sehr zierliche und regelmäßige Chagrinierung in Gestalt feiner, rundlicher, meist an einer Seite etwas heller aussehender Felder". Er hält dafür, daß dieselbe ihre Entstehung dem Vorderkapselepithel verdanke.

Vogt weist in zwei Arbeiten darauf hin, daß unmöglich nur dem Vorderkapselepithel, sondern in erster Linie den Linsenfasern und in zweiter dem Epithel und anderen unbekannten Momenten Anteil am Zustandekommen dieser Erscheinung zuzuschreiben ist. Ebenso stellt *Vogt* fest, daß der menschliche Linsenchagrin wesentlich anders aussieht, als ihn *Heß* beschreibt und zeichnet.

Mit dem *Zeiß*schen binokularen Hornhautmikroskop mit *Gullstrand*schem Beleuchtungsbogen untersucht, stellt sich der menschliche Linsenchagrin bei 24—45facher Vergrößerung im allgemeinen in Form kleiner, mehr oder weniger regelmäßiger, meist langgestreckter Höcker und Furchen dar. Diese verlaufen in der Richtung der Linsenfasern und streben den subepithelialen Linsennähten, die als dunkle Linien sichtbar sind, zu.

Aus unseren eigenen Untersuchungen an über 300 Personen erkannten wir, daß der Linsenchagrin bei den einzelnen Menschen sehr große Unterschiede aufweist. Es gibt einen sehr feinen, aus mehr glatten, langgestreckten, weniger prägnanten Höckern und seichteren Furchen bestehenden Chagrin. Im Gegensatz dazu gibt es Fälle, bei denen die Chagrinierung aus recht groben, unregelmäßigen, teilweise rundlichen Höckern und tiefen, zerklüfteten

Tälern besteht. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es alle Übergänge, kaum ein Chagrin sieht dem anderen gleich. Immer weist der Chagrin einen schönen, charakteristischen Glanz auf.

Bei der feinen Chagrinierung tritt gewöhnlich die Linsenfaserzeichnung prägnanter zutage als bei der grobkörnigen, wo die Faserung oft schwer, zuweilen nur angedeutet an der Peripherie, zu erkennen ist. Dies bringt es mit sich, daß der feine Chagrin im allgemeinen einen deutlicheren strahlig-faserigen Charakter hat.

Die Faserzeichnung des Chagrins ist gegen die Peripherie der Linse zu stets ausgeprägter als gegen das Zentrum hin. Die Linsennähte, nach denen die Fasern bogenförmig hinziehen, treten bei den einzelnen Individuen sehr verschieden stark zutage. Vielfach sind sie als fast schwarze, schmale Streifen, über die die Chagrinierung nur undeutlich hinüberzieht, zu erkennen; in anderen Fällen sehen sie dunkleren, etwas verschwommenen Linien gleich, in deren Bereich die Chagrinierung unregelmäßiger ist.

Am häufigsten findet man einen mittelkörnigen bis feinstrahligen Chagrin, während der grobkörnige entschieden in der Minderzahl steht. Bei Kindern ist die Chagrinierung im allgemeinen feiner als bei Erwachsenen.

Ein Grund für die verschiedene Gestaltung der Chagrinierung läßt sich auch nicht vermutungsweise erkennen, dies umso weniger, als auch heute noch die Frage über das anatomische Substrat der Chagrinierung nicht gelöst ist.

Die Chagrinierung ist bei den einzelnen Individuen bei derselben Einstellung der Lichtquelle in sehr verschieden großer Ausdehnung sichtbar. Bei manchen übersieht man beim gleichen Einfallswinkel des Lichtes gleichzeitig die Chagrinierung des größeren Teiles der Linsenvorderfläche, bei anderen jeweilen nur ein kleines Feld. Es wäre nicht undenkbar, daß dies mit dem Wölbungsgrad der Linsenvorderfläche im Zusammenhang steht. Bemerkenswerterweise ist der beim Meerschweinchen und Kaninchen jeweils sichtbare Bezirk der Chagrinierung sehr klein.

Beim frisch enukleierten Auge, mit der Linse in situ, konnten wir die Chagrinierung nie in gleich schöner Weise beobachten. Sahen wir sie überhaupt, so war es stets nur andeutungsweise auf kleinen Feldern, hauptsächlich dem Irisrande entlang; die Faserzeichnung hingegen trat bei solchen Augen umso stärker zutage. An der herausgenommenen Linse gelang es uns gar nie, den Chagrin in einer Weise zu sehen, welche auch nur im entferntesten an die Chagrinierung des lebenden Auges denken ließe.

Außer bei über 300 Personen haben wir den Chagrin bei mehreren Kaninchen und Meerschweinchen untersucht. Er läßt sich bei diesen Tieren mit dem Hornhautmikroskop, wenn auch schwieriger als beim Menschen, einstellen. Wie erwähnt, ist er bei diesen Tieren stets nur in kleinen Partien gleichzeitig sichtbar und sieht feiner aus als der Durchschnittschagrin des Menschen, indem er aus regelmäßigeren, flacheren, rundlichen Höckern und seichteren Furchen besteht. Die Faserzeichnung ist, wenn überhaupt, nur sehr mühsam am Irisrande entlang in horizontaler Richtung verlaufend wahrnehmbar.

Veranlassung zu dieser Arbeit gab mir die Feststellung kugelähnlicher, kleinster Gebilde in der Chagrinierung der menschlichen Linse, wie sie *Vogt* beschrieben hat. In der früheren Literatur finden wir keine sicheren Angaben über diese Art Veränderung des Linsenchagrins. *Heß* scheint diese Gebilde bereits beobachtet zu haben, unterscheidet sie aber nicht von den gewöhnlichen Linsenvakuolen. Im Handbuch von *Graefe-Saemisch* sagt er auf Seite 67 folgendes:

„Die einzigen Veränderungen (gemeint des Chagrins), die ich bisher mit Sicherheit, und zwar in der großen Mehrzahl der von mir untersuchten Augen mit Alterstrübungen finden konnte, bestanden in dem Auftreten mehr oder weniger zahlreicher, rundlicher oder ovaler, seltener unregelmäßig begrenzter, bläschenförmiger Vakuolen, von welchen ich nicht sicher sagen kann, ob sie zwischen Epithel und Kapsel oder dicht unter dem Epithel, zwischen diesem und den Rindenfasern liegen. Am besten werden sie bei intensiver seitlicher Belichtung mit der von mir angegebenen Beobachtungslampe mit Nernstfaden sichtbar. Im durchfallenden Licht kann man sie gelegentlich, doch meist weniger schön, sehen, wenn man durch einen möglichst lichtstarken elektrischen Spiegel und einer starken Konvexlinse (von ca. 20 D.) beobachtet. Sie fanden sich bei verschiedenen Altersstarformen, insbesondere auch beim subkapsulären Rindenstare schon in verhältnismäßig frühen Stadien und waren bald vereinzelt, bald in solchen Mengen zu sehen, daß sie den Eindruck eines feinblasigen Schaumes dicht unter der Kapsel hervorrufen konnten. Bei etwas weiter vorgeschrittenen Staren zeigten einzelne Vakuolen gelegentlich einen Durchmesser von mehr als 1 mm, in der Regel waren sie aber kleiner, sie fanden sich meist anscheinend regellos im ganzen Pupillargebiet verstreut, zuweilen in deren peripheren Teilen reichlicher als in den mittleren. An den von mir untersuchten Augen mit ganz klaren Linsen konnte

ich bis jetzt von den fraglichen Gebilden nichts finden, sie scheinen also im Verlaufe des pathologischen Vorganges der Starbildung aufzutreten."

Aus dieser Beschreibung scheint uns hervorzugehen, daß *Heß* dieselben Gebilde beobachtet hat, die wir als Chagrinkugeln beschreiben. Wir können dies hauptsächlich daraus schließen, daß er diese Gebilde bei Einstellung des Chagrins sah. *Heß* scheint allerdings den Unterschied zwischen diesen letzteren und den gewöhnlichen Linsenvakuolen noch nicht erkannt zu haben, was daraus hervorgeht, daß er sie bis zu 1 mm Größe beschreibt und angibt, daß er sie auch mit dem Lupenspiegel gesehen habe.

Die Untersuchungen von *Vogt*, sowie die unserigen ergaben, daß die sogenannten Chagrinkugeln etwas von den gewöhnlichen Linsenvakuolen, wie sie von *Förster*, *Becker*, *Magnus* usw. beschrieben worden sind, ganz verschiedenes darstellen.

Die *bisher bekannten Linsen-Vakuolen* stellen flüssigkeitstropfenähnliche Gebilde dar. Sie sind bei jedem seitlichen Lichteinfalle ohne weiteres erkennbar, sowie auch bei der Durchleuchtung mit dem Lupenspiegel, ihre Form ist rund bis längsoval, in Bezug auf ihre Tiefendimension erscheinen sie oft abgeplattet, in der Größe differieren sie sehr, von einigen Zehntels- bis zu 1 mm und mehr Durchmesser, sie weisen einen lebhaften Glanz auf, sind bei seitlichem Lichteinfall stets nur plastisch als wassertropfenähnliche, bläschenförmige Gebilde erkennbar und liegen in den verschiedensten Schichten der Linse. Sie zeigen, was besonders hervorzuheben ist, keine bestimmte, sondern eine ganz wahllose Anordnung. Mit dem Lupenspiegel erscheinen sie als dunkle, scharfbegrenzte, runde bis ovale Trübungen der Linse. Oft sind sie in so großer Häufigkeit vorhanden, daß sie konfluieren; man findet sie in der überwiegenden Zahl nur bei kataraktösen Veränderungen der Linse.

Chemisch stellen diese Gebilde Myelintropfen dar, wie man sie in größter Zahl bei der anatomischen Untersuchung der kataraktösen Linsen findet. Untersucht man solche Flüssigkeitstropfen unmittelbar nach der Extraktion der Linse, so kann man folgende Eigenschaften derselben feststellen:

Sie lösen sich in Wasser nicht auf und sind spezifisch schwerer als dieses. Bei Alkoholzusatz schrumpfen sie unterm Mikroskop zu einem feinen Häutchen zusammen oder verschwinden ganz; sie färben sich nicht mit Sudan oder Osmium.

Im Gegensatz zu den eben beschriebenen Gebilden lagen bis

jetzt keine anatomischen oder chemischen Untersuchungen über die Chagrinkugeln vor. Aus diesem Grunde scheint es angezeigt zu sein, im Sinne der *Vogt*schen Mitteilung von Chagrinkugeln, nicht Vakuolen, zu sprechen.

II. Klinische Eigenschaften der Chagrinkugeln.

Die Chagrinkugeln unterscheiden sich in mancher Beziehung scharf von den oben beschriebenen tropfenähnlichen Gebilden der kataraktösen Linsen, den sogenannten Linsenvakuolen:

Ihre Form ist fast ausnahmslos kreisrund, seltener leicht oval. Bei scharfer Einstellung der Linsenchagrinierung unter einem bestimmten, spitzen Einfallswinkel des Lichtes, der nach den verschiedenen Individuen wechselt, erscheinen die Chagrinkugeln als schön kreisrunde, ganz scharf begrenzte, wie „ausgestanzte" (*Vogt*), schwarze Löcher, an deren Stelle die Chagrinierung wie ausgelöscht erscheint. Bei kleiner Änderung, d. h. meist Vergrößerung des Einfallswinkels des Lichtes und event. Abblendung desselben, gelingt es, dieselben Gebilde plastisch als Kugeln mit hellem Reflexe zu Gesichte zu bekommen. Die Wölbung der Kugeln ragt dabei deutlich über das Niveau der Chagrinierung empor. Sowohl bei höherer, wie bei tieferer Einstellung des Hornhautmikroskopes werden die Gebilde unscharf und verschwinden; wir sehen sie stets nur in ein und derselben Schicht der Linse, nämlich in der Chagrinierung, liegen.

Der Durchmesser der Chagrinkugeln beträgt ca. 0,03—0,05 mm. Bei ein und demselben Individuum variiert die Größe derselben gewöhnlich sehr wenig; auch bei den Linsen verschiedener Personen schwankt die Größe des Durchmessers der Chagrinkugeln nicht erheblich. Gerade durch diese gleichmäßige Größe und die stets runde Form fallen die Chagrinkugeln immer wieder auf.

Das Auffinden der Chagrinkugeln verlangt eine gewisse Übung in der Handhabung des Cornealmikroskopes, es gelingt nicht bei jeder Chagrinierungsart gleich leicht, die Kugeln zu erkennen. Bei Linsen mit feinkörnigem, mehr strahligem Chagrin lassen sich die Chagrinkugeln im allgemeinen leichter feststellen als bei grobkörniger, mehr unregelmäßiger Chagrinierung.

Bei starker Reflexion der Linse, wie dies bei vorgeschrittener Sklerose und ausgeprägter Katarakt der Fall ist, erscheinen die Chagrinkugeln nicht mehr als schwarze Löcher, sondern als runde, scharfbegrenzte Scheibchen, die nur wenig dunkler als ihre Umgebung sind.

Bei senilen Linsen mit ausgeprägtem Linsenkern sahen wir mehrmals in der vorderen Rindenschicht gelegene *gewöhnliche* Linsenvakuolen einen schönen Schatten auf die Kernvorderfläche (über diese vergl. *Vogt*) werfen, der sich umgekehrt wie die Lichtquelle bewegte. Ähnliche Schatten haben wir unter denselben Bedingungen von den Chagrinkugeln nicht nachweisen können und zwar gerade in solchen Fällen nicht, wo Linsenvakuolen und Chagrinkugeln gleichzeitig nebeneinander vorhanden waren. Auch dieser Umstand scheint darauf hinzuweisen, daß sie sich in ihrem optischen Verhalten von den gewöhnlichen Linsenvakuolen unterscheiden.

Auf anderem Wege, z. B. mit der *Hartnack*schen Kugellupe, waren sie nicht wahrnehmbar. Mit Lupenspiegeldurchleuchtung konnten wir bei Linsen mit Chagrinkugeln nie den Kugeln entsprechende Linsentrübungen nachweisen, auch nicht mit dem elektrischen Ophthalmoskop von *Wolff*, trotz der intensiven Lichtquelle und der Vorschaltung einer Konvexlinse von 19 D.

Die Chagrinkugeln kommen bei den einzelnen Individuen in sehr verschieden großer Zahl vor. Es gibt Fälle, wo wir in einer Linse trotz sorgfältigster Untersuchung nur ganz wenige Chagrinkugeln finden und zwar entweder zerstreut, vereinzelt liegend oder dann zu 2—4 Stück in wenigen Gruppen vereinigt. Von da gibt es alle Übergänge bis zu Fällen, wo die Linse in einer typischen Zone ganz von Chagrinkugeln übersät ist, so daß sie sich oft traubenartig aneinander reihen. Beim Vorkommen reichlicherer Chagrinkugeln sehen wir dieselben meist gruppenweise zu 3—8 Stück angeordnet.

Typisch für die Chagrinkugeln ist ihre Anordnungsweise im Pupillenbereich. Wir finden sie nämlich nie über den ganzen Chagrin gleichmäßig verteilt, sondern sie liegen in einer Zone, die wir als intermediäre bezeichnen und die ungefähr der Gegend zwischen äußerem und mittlerem Drittel der Linsenvorderfläche entspricht. In diesem Kreisausschnitt finden wir die Chagrinkugeln immer am dichtesten, währernd sie sowohl gegen das Zentrum wie gegen die Peripherie zu an Zahl allmählich abnehmen. Handelt es sich um eine Linse mit sehr vielen Chagrinkugeln, so können dieselben in geringer Anzahl bis zum innersten Viertel des Chagrins vorrücken, im axialen Abschnitt konnten wir sie nicht beobachten. Bei ganz starker Mydriasis, 8—9 mm Pupillenweite, sehen wir auch die äußerste Linsenperipherie stets frei von den Gebilden.

Eine Konfluenz zwischen den einzelnen Chagrinkugeln beobachteten wir nie, auch wenn sie noch so dicht standen.

Kommen bei einem Individuum überhaupt Chagrinkugeln vor, so sind meist beide Augen ziemlich gleichmäßig betroffen; nur beim Vorhandensein ganz weniger Kugeln fanden wir dieselben zuweilen nur einseitig.

Wie man die Chagrinierung über die sogenannten Wasserspalten seniler Linsen hinwegziehen sieht, ebenso ließen sich Chagrinkugeln über Wasserspalten nachweisen.

In nebenstehendem Bild suchten wir einen ziemlich grobkörnigen, menschlichen Linsenchagrin mit zahlreichen Chagrinkugeln darzustellen, gezeichnet von Kunstmaler Steiner, Aarau.

Vogt glaubte zu Beginn seiner Untersuchungen, daß diese Chagrinkugeln nur bei Altersstar vorkämen. Im Verlaufe weiterer Untersuchungen konnte er dieselben aber auch bei ganz klaren Linsen nachweisen, allerdings weitaus häufiger bei Linsentrübungen.

Zweck meiner vorliegenden Arbeit war nun, an Hand eines größeren, systematisch untersuchten Materials festzustellen:

1. die absolute Häufigkeit der Chagrinkugeln,
2. das Vorkommen in den verschiedenen Lebensaltern,
3. die Beziehungen zu Linsentrübungen, zur Katarakt,
4. das anatomische Substrat der Chagrinkugeln.

III. Untersuchungsmethode.

Die Lage der Chagrinkugeln in der sogenannten intermediären Zone macht es zur Bedingung, die Untersuchungen nur bei stark erweiterter Pupille vorzunehmen. Die nötige Mydriasis erreichten wir durch Einträufelung einer 1 proz. Homatropin- und 2 proz. Cocainlösung in beide Augen. Nach Verabreichung des Mydriatikums muß man mindestens 30 Minuten bis zur vollständigen Pupillenerweiterung warten. Zu einer einwandfreien Untersuchung verlangten wir stets einen Pupillendurchmesser von mindestens 7 mm und begnügten uns nur bei älteren Leuten mit rigider Iris zuweilen mit einer Pupillenweite von 6—7 mm. Blieb die Pupillenweite unter diesen Grenzen, so erachteten wir die Untersuchung nicht für stichhaltig und schalteten solche Fälle aus.

Den zu Untersuchenden machen wir vorerst darauf aufmerksam, daß er die Lichtquelle nicht konstant fixieren darf; dies zu verhüten, ist besonders bei Kindern oft ein schwieriger Punkt.

Zur Untersuchung benützen wir das binokulare Hornhautmikroskop von *Zeiß* mit *Gullstrand*schem Beleuchtungsbogen, Kreuzschlitten und Kinnstütze. Gewöhnlich wenden wir eine 24 fache, bisweilen eine 45 fache Vergrößerung, Objektiv (A 2) und Okular (2 und 4) an.

Die zu untersuchende Person lassen wir zuerst geradeaus blicken und führen nun mit der einen Hand die Lichtquelle von der temporalen nach der nasalen Seite hin, während die andere Hand die Chagrinierung stets scharf eingestellt hält; so kommt zuerst der mittlere Abschnitt der Linsenchagrinierung von der temporalen nach der nasalen Seite hin zum Vorschein. Nachher lassen wir den Untersuchten etwas aufwärts, resp. abwärts blicken, wobei der untere, bezw. obere Abschnitt des Chagrins zur Untersuchung gelangt. Auf diese Weise wird systematisch die ganze Linsenvorderfläche abgesucht. An diese Absuchung der Linse mit dem Hornhautmikroskop haben wir stets die Durchleuchtung mit dem Lupenspiegel angeschlossen, gewöhnlich unter Vorsetzung einer Konvexlinse von 8 D. (*Haab*'scher Augenspiegel), zuweilen

machten wir die Durchleuchtung mit dem elektrischen Augenspiegel von *Wolff* mit Vorschaltung von 19 D.

Nach dieser Untersuchungsmethode haben wir bei 310 Personen 605 Augen auf die Linsenchagrinierung untersucht und zwar bei Individuen jeden Alters, von 4½ bis zu 77 Jahren. Es wurden uns dazu beliebige Patienten der medizinischen, chirurgischen und ophthalmologischen Abteilung der kantonalen Krankenanstalt Aarau zur Verfügung gestellt.

Die Resultate dieser Untersuchungen haben wir in nebenstehender Tabelle zahlenmäßig zusammengestellt. Wenn wir da von Linsentrübungen sprechen, so verstehen wir darunter alle kataraktösen Veränderungen der Linse, von den feinen Speichen der Cataracta incipiens bis zu den massigen Trübungen der Cataracta matura. Hingegen sind die Fälle mit einzelnen, punktförmigen, regellos angeordneten Trübungen, die als Cataracta congenita aufzufassen wären, nicht rubriziert. Auf der Tabelle figuriert ferner nicht die Anzahl der einzelnen Augen, sondern die der untersuchten Individuen oder Augenpaare, da sich herausgestellt hat, daß nur in verschwindend wenig Fällen ein Unterschied im Verhalten beider Augen vorliegt.

IV. Resultate unserer Untersuchungen.

Alter	Anzahl der Untersuchungen	Chagrinkugeln nachweisbar	Chagrinkugeln nur vereinzelt	Chagrinkugeln zahlreich bis sehr zahlreich	Chagrinkugeln bei vorhandenen Linsentrübungen
4—18	59	7 = 12 pCt.	5	2 = 3 pCt.	0
18—30	122	32 = 26 pCt.	23	9 = 7 pCt.	3 = 9 pCt.
30—40	48	19 = 39 pCt.	9	10 = 21 pCt.	8 = 42 pCt.
40—50	30	18 = 60 pCt.	11	7 = 23 pCt.	7 = 39 pCt.
50—60	28	13 = 46 pCt.	2	11 = 39 pCt.	9 = 69 pCt.
60—77	23	14 = 61 pCt.	6	8 = 35 pCt.	12 = 85 pCt.
Total	310	103 = 33 pCt.	56 = 18 pCt.	47 = 15 pCt.	39 = 38 pCt.

1. *Absolute Häufigkeit der Chagrinkugeln.*

Wie die Tabelle zeigt, haben wir bei 33 pCt. aller Untersuchten Chagrinkugeln in mehr oder weniger großer Anzahl feststellen können. Dieser hohe Prozentsatz hat unsere ursprünglichen Er-

wartungen noch übertroffen. *Vogt* schätzte ihr Vorkommen auf 20 pCt. Mehr wie die Hälfte dieser positiven Fälle, 55 pCt., ist allerdings nur mit wenigen Chagrinkugeln behaftet. Reichlich bis sehr viel Chagrinkugeln fanden wir bei 15 pCt. aller Untersuchten, oder bei 45 pCt. derjenigen, die Chagrinkugeln aufwiesen.

2. *Das Vorkommen der Chagrinkugeln in den verschiedenen Lebensaltern.*

Die 33 pCt. der positiven Fälle verteilen sich nicht gleichmäßig auf alle Lebensalter.

Das jüngste Kind, das wir untersuchen konnten, war 4½ Jahre alt. Die Untersuchung von Kindern unter 4 Jahren haben wir der besonderen Schwierigkeiten wegen unterlassen. Die unterste Altersgrenze, bei der es uns gelang, Chagrinkugeln nachzuweisen, befindet sich bei 8 Jahren, hier liegen gleich 2 positive Fälle vor:

Walter R., 8 Jahre. Beidseitig vereinzelte, feine Chagrinkugeln in der intermediären Zone, rechts etwas zahlreicher wie links. Lupenspiegel: Linse vollständig klar.

Agatha H., 8 Jahre. Rechts zwei deutliche, schöne Chagrinkugeln im oberen, äußeren Quadranten der Linse; linkes Auge: keine Chagrinkugeln. Lupenspiegeluntersuchung: Linse ganz klar.

Aus der Zusammenstellung ergibt sich, daß die Chagrinkugeln bei jugendlichen Individuen relativ selten vorkommen, daß hingegen mit dem Alter die Häufigkeit derselben zunimmt. Besonders trifft man unter den Jugendlichen sehr wenig Fälle mit reichlichen Chagrinkugeln (bis zum 18. Jahre 3 pCt.). Mit Zunahme des Alters weist nicht nur ein größerer Prozentsatz der Untersuchten überhaupt Chagrinkugeln auf, sondern auch die Zahl der Chagrinkugeln beim einzelnen Individuum wird im allgemeinen größer. Während wir bei 181 jugendlichen Personen vom 4.—30. Lebensjahre in 39 Fällen oder bei 19 pCt. Chagrinkugeln finden und nur bei 5 pCt. in reichlicherer Zahl, lassen sich solche andererseits bei 51 älteren Personen vom 50.—77. Altersjahre in 27 Fällen oder bei 53 pCt. nachweisen und zwar in größerer Anzahl bei 37 pCt.

Das jüngste Individuum mit vielen Chagrinkugeln war ein 13 jähriger Knabe:

Hermann M., 13 Jahre. Viele Chagrinkugeln in intermediärer Zone, in Gruppen stehend, in der unteren Linsenhälfte zahlreicher als in der oberen, hier mehr vereinzelt; mit Lupenspiegel keine Linsentrübungen feststellbar.

3. *Beziehungen der Chagrinkugeln zur Katarakt.*

Wenn es auch viele Fälle gibt, wo wir bei vollständig klarer Linse Chagrinkugeln sogar in großer Anzahl finden, so ist es doch

auffallend, daß mit dem Alter nicht nur die Zahl der Linsentrübungen, sondern auch die der Chagrinkugeln zunimmt. Im höheren Alter konstatieren wir nur selten Fälle mit vielen Chagrinkugeln ohne Linsentrübungen.

Von den 103 Personen mit Chagrinkugeln weisen 39 Linsentrübungen auf, gleich 38 pCt.; bei den 47 Untersuchten mit reichlichen Chagrinkugeln konnten wir in 24 Fällen oder 51 pCt. katarakte Linsentrübungen feststellen. Bei der Altersstufe 50—77 Jahre fanden sich bei 19 Linsenpaaren mit vielen Chagrinkugeln 15 mal Linsentrübungen, oder in 79 pCt.

Ein gewisser Zusammenhang zwischen Katarakt und Chagrinkugeln scheint demnach vorzuliegen. Die Frage, die sich daraus ergibt, ob die Chagrinkugeln als Vorläufer der Katarakt aufzufassen sind, möchten wir noch dahingestellt sein lassen. Immerhin kennen wir 2 Fälle, die wir gemeinsam mit *Vogt* untersuchten, die für diese Auffassung sprechen. Bei zwei Frauen von 35 und 42 Jahren, die wir seit zwei Jahren auf ihre Augen kontrollierten und deren Linsenchagrin von jeher reichliche Chagrinkugeln aufwies, war die Untersuchung auf Linsentrübungen zuerst völlig negativ und erst in den letzten Monaten traten deutliche Linsentrübungen, feine Speichen, auf.

Es ist vielleicht noch bemerkenswert, daß die intermediäre Zone, in welcher die Chagrinkugeln im allgemeinen liegen, ungefähr vor der Zone sich befindet, in der wenigstens bei jugendlichen Individuen die Trübungen der Cataracta incipiens liegen.

4. *Das anatomische Substrat der Chagrinkugeln.*

Die Beurteilung des anatomischen Substrates der Chagrinkugeln ist ziemlich schwierig. Man muß sich dazu der mikroskopischen Untersuchung von mit sicheren Chagrinkugeln behafteten, frischen Linsen bedienen. Bei Zusatz irgendwelcher Flüssigkeit, auch physiologischer Kochsalzlösung, treten in der isolierten Linse sofort starke morphologische Veränderungen, vor allem Tröpfchenbildungen auf; dasselbe findet ebenfalls statt, wenn bei Untersuchung in etwas Kammerwasser und Glaskörper die Linse einzutrocknen beginnt, was sehr bald am Auftreten von Flüssigkeitsvakuolen in der Rinde und an der Rindenoberfläche sich kundgibt. In solchen Fällen wird es schwierig, auseinanderzuhalten, was an Veränderungen in vivo schon vorhanden und was erst postmortal entstand. Es gelang uns, die Linse zweier Fälle, bei denen wir einige Tage oder Wochen vorher Chagrinkugeln in

größerer Zahl mit dem Cornealmikroskop festgestellt hatten, zur mikroskopischen Untersuchung zu bekommen.

Beim 1. Fall hatten wir am 2. VI. 16 über die Untersuchung mit dem Hornhautmikroskop und dem Lupenspiegel folgende Aufzeichnung gemacht:

G. V., 71 Jahre. Pupillenweite 6,5—7 mm; beidseitig viele Chagrinkugeln in intermediärer Zone in Gruppen stehend; starke Linsensklerose mit gelber Reflexion, schöne Kernplastik (über diese vergl. *Vogt*). Dazu rechts: eine große, ovale, etwas abgeplattete Vakuole, fast axial in der vorderen Rindenschicht gelegen; sie wirft einen schönen, umgekehrt wie die Lichtquelle sich bewegenden Schatten auf den Kern; die Chagrinierung geht über dieselbe hinweg.

Lupenspiegeluntersuchung: Auf beiden Augen, rechts etwas reichlicher, periphere, speichenförmige Linsentrübungen. Rechts ist fast in der Linsenachse die oben beschriebene, große Vakuole bei der Durchleuchtung leicht sichtbar.

Der Gang der Untersuchung, gemeinsam mit Dr. *Vogt*, war folgender:

Eine Stunde nach Exitus an Carcinoma linguae am 28. VI. 16 wird die Enukleation des rechten Bulbus vorgenommen.

Das enukleierte Auge wird sofort nochmals mit dem Hornhautmikroskop betrachtet. Die Cornea ist bereits ziemlich getrübt. Die Chagrinierung mit den Chagrinkugeln ist nicht deutlich, sondern nur andeutungsweise zu erkennen, während die Faserzeichnung sehr gut sichtbar ist.

Nun wird der Bulbus an seinem Äquator halbiert und die Linse vom Bulbusinnern her mit feiner Schere von der Zonula Zinnü abgeschnitten und in einer Uhrschale mit etwas Kammerwasser und Glaskörper zusammen sorgfältig unterm Mikroskop untersucht bei 146facher Vergrößerung. Der Faserverlauf mit den Linsennähten springt gleich ins Auge; das Epithel kann vorläufig nicht erkannt werden. Fast in der Achse der Linse liegt eine große, helle Vakuole, über die die Faserzeichnung deutlich hinwegzieht. Sie entspricht in allen Eigenschaften dem großen, tropfenähnlichen Gebilde, das wir in vivo sowohl mit dem Hornhautmikroskop wie mit dem Lupenspiegel nachgewiesen hatten.

Daneben finden wir aber noch Gebilde teilweise in Gruppen, teilweise mehr vereinzelt, die unsern Chagrinkugeln entsprechen dürften. Sie sehen wie kleine Flüssigkeitskugeln aus, sind im Durchmesser 2—3mal kleiner wie die oben beschriebene Vakuole, sind scharf von der Umgebung abgesetzt und haben ein starkes Lichtbrechungsvermögen; sie liegen deutlich über der Faserzeichnung. Diese Gebilde bleiben sich während der Untersuchung längere Zeit gleich, während sonst eine große Menge Veränderungen auftreten, in Form verschieden großer, rundlicher bis längsovaler, zum Teil plattgedrückter Tröpfchen, die hauptsächlich an der Rindenoberfläche zwischen den Linsenfasern, ihrer Richtung entsprechend, reihenförmig hintereinander liegen. Diese unregelmäßigen Tröpfchen müssen zwischen und auf den Linsenfasern liegen, weil man sie nur bei scharfer Einstellung dieser deutlich sehen kann, wobei aber die als Chagrinkugeln angesprochenen Gebilde ganz verschwommen erkennbar sind. Wenn nach längerer Untersuchung die Eintrocknung sich geltend macht, so verlieren diese letzteren Gebilde allmählich ihre kugelrunde Form und ihre gleichmäßige Transparenz

und erscheinen mit einer feinkrümeligen, fast kristallinisch aussehenden Masse gefüllt; sie liegen in einer intermediären Zone der Linsenvorderfläche.

Nach Zusatz von etwas Wasser kommen das Linsenepithel, besonders die Kerne und bei entsprechender Beleuchtung auch die Zellgrenzen zum Vorschein. Es läßt sich leicht feststellen, daß die Chagrinkugeln nicht nur über der Faserung, sondern auch über dem Epithel liegen. Denn nach scharfer Einstellung der kugeligen Gebilde muß der Tubus gesenkt werden, damit das Epithel deutlich zutage tritt. Innerhalb des Epithels können sie nicht liegen, da die Epithelzellen lückenlos aneinander gereiht sind.

Die Linse des linken Auges wird auf dieselbe Weise untersucht; nur wird sie gleich anfangs unter Wasserzusatz unterm Mikroskop betrachtet. Wir finden in der intermediären Zone dieselben kugeligen Gebilde wie in der rechten Linse, deutlich über Faserung und Epithel gelegen. Nach Zusatz von etwas wässeriger Methylenblau-Lösung, wodurch die Kerne und Zellgrenzen sehr schön hervortreten, läßt sich die Größe der Chagrinkugeln im Vergleich zu den Epithelzellen sehr leicht bestimmen; sie haben den zwei- bis dreifachen Durchmesser einer Epithelzelle und den ca. fünffachen eines Epithelzellenkernes. Das Epithel erweist sich auch jetzt als überall kontinuierlich, ohne jede Lücke.

Beim 2. Fall, bei dem die Linsen zur anatomischen Untersuchung gelangten, handelte es sich um einen 50 jährigen Mann, J. M., der an Ca ventriculi Exitus machte. Die Untersuchung mit dem Hornhautmikroskop 10 Tage vor dem Exitus ergab folgenden Befund: Rechts und links viele Chagrinkugeln in Gruppen in der intermediären Zone; rechts alter, eingeheilter Irisprolaps mit großer Macula corneae. Durchleuchtung mit dem Lupenspiegel: Beidseitig feinste, periphere, punktförmige und speichenförmige Trübungen.

Die Untersuchung der Linse des linken Auges wird wie im vorhergehenden Falle vorgenommen, aber 4—5 Stunden nach dem Exitus.

Schon zu Beginn der Untersuchung ist die ganze Faserzeichnung der Linse mit feinsten Tröpfchen durchsetzt, die während der Betrachtung stets zahlreicher, größer und unregelmäßiger werden; über der Faserung entdeckt man zugleich eigentümliche, verschwommene, dunklere Flecken, die bei Höherstellung des Tubus sich als helle, scharfbegrenzte Kugeln zu erkennen geben, gruppenweise in der intermediären Zone liegen und den gleichen Gebilden entsprechen dürften, die wir oben für Chagrinkugeln hielten.

Als Kriterium, daß diese Chagrinkugeln über dem Epithel liegen, kann folgendes gelten: Bei Einstellung des Tubus mit der Mikrometerschraube auf Teilstrich 21 waren die beschriebenen Chagrinkugeln scharf eingestellt, und bei Teilstrich 16—17 die Linsenfasern mit den Tröpfchenbildungen. Wir mußten folglich den Tubus um 4—5 Mikra senken, d. h. ca. um die Dicke des Linsenepithels, die beim Menschen nach *Rabl* zwischen 2,5 und 9 Mikra liegt.

Aus dem rechten halbierten Bulbus haben wir die Linse mit der ganzen Iris im Zusammenhang entfernt und mit der Pupille nach oben unters Mikroskop gebracht; die Pupillenweite betrug 3—4 mm. Nahe dem Pupillenrande konnten wir wieder dieselben oberflächlich gelegenen, runden bis leicht ovalen Gebilde feststellen wie am anderen Auge. An einer Stelle entfernten wir darauf die Iris ohne Verletzung der Kapsel und untersuchten

rasch. In der intermediären Zone ließen sich wieder dieselben über der Faserung liegenden, kugelähnlichen Gebilde in Gruppen entdecken, während die Linsensubstanz an der von der Iris entblößten Stelle noch völlig frei von postmortalen Tröpfchenbildungen war; man hatte nur eine schöne, glatte Faserzeichnung mit den darauf liegenden Chagrinkugeln vor sich. Nach wenigen Minuten aber war das ganze bloßgelegte Gebiet der Linse mit feinsten Tröpfchen zwischen den Fasern durchsetzt.

Wir haben auch versucht, die Chagrinkugeln unterm Mikroskop im *auffallenden* Lichte zu betrachten. Sie leuchten auf diese Weise sehr stark auf.

5. *Zusammenhang der Chagrinkugeln mit anderen Krankheiten (außer Katarakt).*

Es erübrigt noch, festzustellen, ob die Chagrinkugeln vielleicht mit anderen Krankheiten, z. B. Stoffwechsel- oder Augenkrankheiten (außer Katarakt) im Zusammenhang stehen könnten. In dieser Beziehung haben unsere Erhebungen ein vollständig negatives Resultat ergeben, wie eine hier nicht mitgeteilte Zusammenstellung ergibt.

6. *Subjektive Störungen.*

Sehstörungen sahen wir die Charinkugeln, auch wenn sie noch so dicht standen, nicht verursachen.

7. *Verlauf.*

Irgendwelche Veränderung der Chagrinkugeln, wie auch des Chagrins selbst, scheint im Laufe der Zeit im allgemeinen nicht einzutreten. Einzig, daß wir den sehr feinen Chagrin, den wir bei Kindern so oft beobachteten, im Alter weniger häufig sahen; es scheint also, daß die Feinheit des Chagrins mit dem Alter sich verändern kann.

Wir hatten Gelegenheit, Fälle mit zahlreichen Chagrinkugeln mehr als zwei Jahre hindurch beobachten zu können; die Chagrinkugeln blieben sich während dieser Zeit gleich, nur glaubten wir, in einem Falle eine Zunahme der Zahl derselben konstatieren zu können. Ein Verschwinden von Chagrinkugeln beobachteten wir nie. Ebenso konnten wir nie einen Übergang von Chagrinkugeln in Linsenvakuolen feststellen.

Durch subkonjunktivale Injektionen von 2—10 pCt. Kochsalzlösung sahen wir nie Chagrinkugeln auftreten oder schon vorhandene sich verändern.

Andere pathologische Veränderungen des Linsenchagrins treten, was ihre Häufigkeit anbetrifft, hinter den Chagrinkugeln ganz zurück.

V. Zusammenfassung.

Die Chagrinkugeln, die *Vogt* zum erstenmal näher beschrieben hat, kommen in allen Lebensaltern vor.

Im ganzen finden wir sie bei wahlloser Untersuchung von Personen jeden Alters bei ungefähr einem Drittel der Untersuchten, in gehäufter Form bei ca. 15 pCt.

Mit dem Lebensalter nimmt durchschnittlich sowohl die Zahl der mit Chagrinkugeln behafteten Individuen zu wie auch die Anzahl der Chagrinkugeln beim Einzelnen.

Bei Linsen mit Trübungen können wir die Kugeln häufiger nachweisen als bei ganz klaren Linsen. Trotzdem sie also zweifellos Beziehungen zur Katarakt aufweisen, können sie heute noch nicht mit Sicherheit als Vorläufer derselben betrachtet werden.

Anatomisch stellen sie kugelförmige Bildungen dar, die ein anderes Brechungsvermögen wie ihre Umgebung haben und zwischen Linsenepithel und Kapsel gelegen sind.

Die charakteristischen Eigenschaften der Chagrinkugeln gegenüber den gewöhnlichen Linsenvakuolen seien nochmals kurz zusammengefaßt:

Von den letzteren unterscheiden sie sich durch ihre Lage unmittelbar unter der Linsenkapsel, ihre viel größere Häufigkeit, ihre gleichmäßige Form und Größe und ihre Neigung zu gruppenweiser Anordnung in einer bestimmten Zone der Linsenvorderfläche, sowie durch ihre ganz besondere Eigenschaft, daß sie nur bei auffallendem Lichte und nur bei Einstellung der Chagrinierung sichtbar sind.

Zum Schlusse spreche ich Herrn Dr. *A. Vogt*, Oberarzt der Augen-Abteilung der kant. Krankenanstalt Aarau, für die Anregung zu meiner Arbeit und seine stete Hilfe meinen besten Dank aus. Herrn Professor Dr. *C. Mellinger*, Direktor der Universitäts-Augenklinik Basel, danke ich für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse, sowie den Herren Oberärzten Dr. *C. Frey* und Dr. *E. Bircher* für die Erlaubnis zur Untersuchung von Patienten der medizinischen und chirurgischen Abteilung der kantonalen Krankenanstalt Aarau.

Literatur.

1. *Heß*, Pathologie und Therapie des Linsensystems im Handbuch der gesamten Augenheilkunde von Graefe-Saemisch. 3. Aufl.
2. *Vogt*, Klinischer und anatomischer Beitrag zur Kenntnis der Cataracta senilis, insbesondere zur Frage des subkapsulären Beginnes derselben. Graefes Arch. f. Ophthalm. Bd. 88. H. 2.
3. Derselbe, Der menschliche Linsenchagrin und die Chagrinkugeln. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Herausgeg. von Axenfeld-Uhthoff. Bd. 54. Jahrg. 1915.
4. Derselbe, Untersuchungen über das vordere Linsenbild und seine Entwicklung beim Menschen. Univers.-Augenkl. u. Augenheilanst. Basel. 1864—1914. Herausgeg. von Carl Mellinger. Basel 1915. S. 204. Verlag von Helbing & Lichtenhahn.
5. *Rabl, Karl*, Prof. Dr., Über den Bau und die Entwicklung der Linse. Leipzig 1900. Wilhelm Engelmann.